


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

**Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов
УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования
Международного Дня ГИС 2015**

Минск, 18 ноября 2015 г.

Ответственный редактор
Д.М. Курлович

МИНСК
2015

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент Д.М. Курлович (отв. редактор),
доктор сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Клебанович,
доктор географических наук, профессор Ю.М. Обуховский,
кандидат географических наук, доцент Н.В. Ковальчик,
кандидат географических наук, доцент А.А. Карпиченко,
кандидат географических наук Л.И. Смыкович,
Н.В. Жуковская, О.М. Ковалевская, С.Н. Прокопович.

Рецензенты:

кандидат географических наук, доцент А.А. Топаз,
кандидат геолого-минералогических наук, доцент В.Э. Кутырло.

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015, Минск, 18 ноябр. 2015 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 114 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

ÓБелорусский государственный университет, 2015
ÓКоллектив авторов, 2015

фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» Т. 1. – Новосибирск: СГУГиТ. – С. 79–83.

5. Кринов, Е.Л. Спектральная отражательная способность природных образований / Е.Л. Кринов. – М.: изд. АН СССР, 1947. – 272 с.

6. Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И.А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.

7. Jensen, J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective / J.R. Jensen. – NJ., Prentice Hall, 2000. – 544 p.

8. Спектральная библиотека GIS-Lab [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gis-lab.info/projects/spectra>.

9. ASTER Spectral Library [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://speclib.jpl.nasa.gov/search-1>.

10. USGS DIGITAL Spectral Library [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html>.

ТИПОЛОГИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНО-БЕЛОРУССКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ ПО СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ

А.С. Скачкова

аспирант 3-го года обучения кафедры почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович

к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Современное воздействие человека на ландшафт широко и разнообразно. Различные виды природопользования и связанные с ними способы воздействия на ландшафт в пределах данного региона складываются на протяжении длительного времени в определенные системы. Каждому исторически установившемуся виду природопользования соответствует определенное территориальное и функциональное сочетание целей, видов и способов преобразующего воздействия на природный ландшафт. Поэтому структура использования земель часто рассматривается как диагностический признак при классификации и оценке состояния ландшафтов. В свою очередь землепользование (Land Use/Land Cover) – классическая сфера приложения материалов космических съемок. В данной работе рассматривается возможность использования данных дистанционного зондирования (ДДЗ) для оценки степени антропогенной трансформации ландшафтов.

Первое определение и несколько вариантов классификации антропогенных модификаций природных ландшафтов (природно-антропогенных ландшафтов – ПАЛ) принадлежат Ф.Н. Милькову [1–3]. Предложенная им функциональная классификация содержит в себе и момент оценки антропогенной

преобразованности на основе соотношения измененных и естественных ландшафтов. Подобные критерии использованы при классификации ПАЛ Беларуси И.И. Счастной, Н.К. Клицуновой [4]. П.Г. Шищенко предложил вычисление коэффициента антропогенной преобразованности ($K_{\text{АП}}$) для перевода сложных соотношений между различными землями в единую метрику [5]:

$$K_{\text{АП}} = \sum_{i=1}^n (r_i \rho_i P_i) \quad (1),$$

где $K_{\text{АП}}$ – коэффициент антропогенной преобразованности, r_i – ранг антропогенной преобразованности, ρ_i – индекс глубины антропогенной преобразованности, P_i – доля площади различных земель.

Табл. 1. Значения рангов и глубины антропогенной преобразованности для различных земель [5]

<i>Земли</i>	<i>Ранг антропогенной преобразованности</i>	<i>Индекс глубины антропогенной преобразованности</i>
ООПТ	1	1
Леса	2	1,05
Болота	3	1,1
Луга	4	1,15
Пашня	6	1,25
Городская застройка	8	1,35

Коэффициент изменяется в границах $0 \leq K_{\text{АП}} \leq 10$, где 0 – отсутствие антропогенного вмешательства, 10 – полностью преобразованный ландшафт.

А.В. Пучкин отмечает ограниченность подобных подходов и указывает на необходимость учитывать степень изменения вертикальной структуры геосистем в оценке антропогенной преобразованности [6]. Однако применение таких методик возможно только для крупномасштабного картографирования. В то время как методики с использованием данных дистанционного зондирования отдают предпочтение обзорности за счет потери детальности.

Актуальность исследования антропогенных модификаций природных ландшафтов заключается не только в оценке уже существующей нагрузки на геосистемы, но в значительной степени в возможности прогнозирования и планирования будущего состояния природно-территориального комплекса под постоянным воздействием человека. Высокая динамичность антропогенных ландшафтов – прямой результат вмешательства человека в их структуру. С такой точки зрения не последнюю роль играет изучение динамики ландшафта, фиксация его состояния. В данном случае были использованы 5 временных срезов с 1975 по 2014 гг.

В качестве исходных данных для анализа были использованы пять растровых слоев, полученных путем последовательного иерархического дешифрирования [8] земель по материалам космических съемок спутниками миссии Landsat с 1975 по 2014 гг. Чтобы обеспечить непрерывное покрытие данными, составлялись мозаики изображений на интервалы 1975–1979, 1985–1989, 1990–1994, 2000–2004, 2010–2014 гг. (рис. 1). Растровые слои имеют

пространственное разрешение, соответствующие исходным космическим снимкам (60 м для 1975–1979 гг. и 30 м для остальных интервалов).

Первой задачей является определить тот уровень детализации либо генерализации, на котором структура использования земель может быть признаком для типизации и диагностики состояния ландшафтов. Для этого была проанализирована современная структура землепользования.

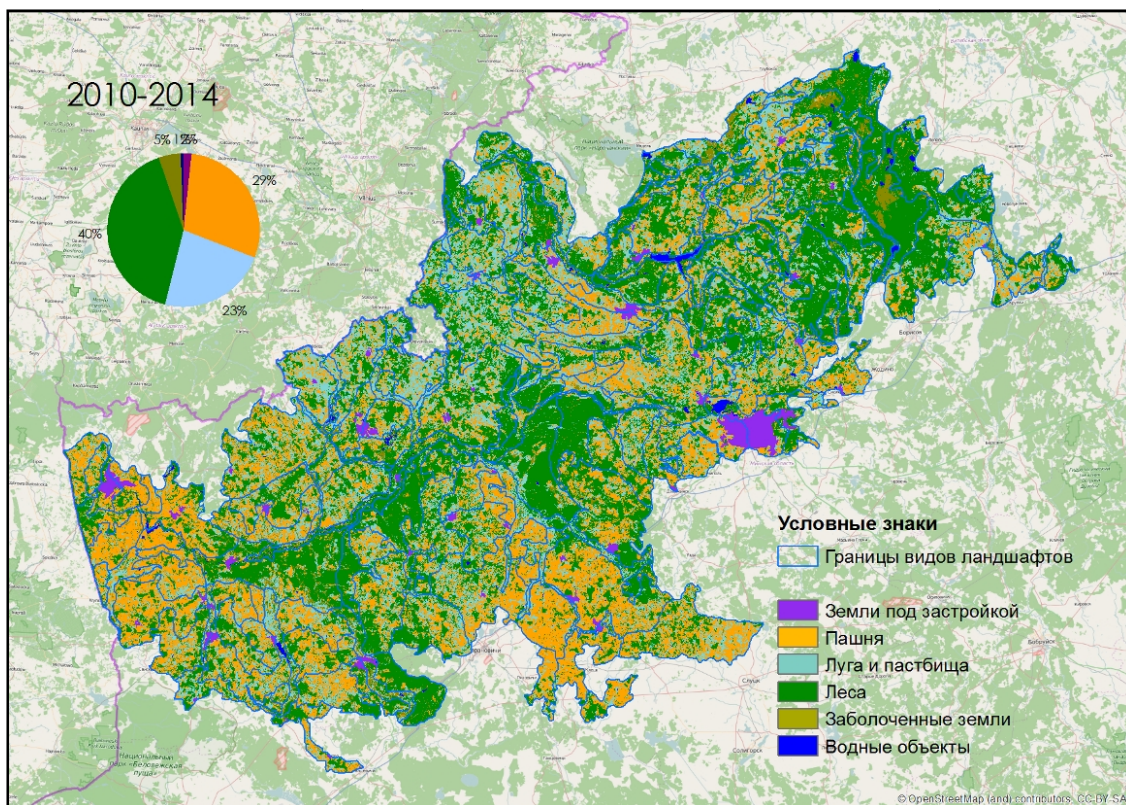


Рис. 1. Пример растрового покрытия земель для временного интервала 2010-2014 гг.

На первом шаге была рассчитана сумма площадей различных земель по контурам ландшафтов. Контурные сняты с Ландшафтной карты БССР 1984 г. 1 : 600 000 [9]. Площади рассчитаны отдельно для уровней подтипов, групп родов, родов (отдельно: генезис, дренированность, почвенно-растительный покров в пределах рода), подро́дов (отдельно: литология и степень распаханности в пределах подро́да), вид (отдельно: мезорельеф, растительность, почвы), подро́д (отдельные контура). На втором шаге рассчитана метрика Евклидова расстояния между отдельными выделами. На третьем шаге полученные метрики проанализированы как параметр разделимости между группами на каждом уровне. Результаты расчетов показали, что наибольшие отличия между контурами присутствуют на уровне подро́дов (литология) и отдельных выделов (подви́дов) ландшафтов. Таким образом, дальнейшие исследования производились по отдельным выделам ландшафтов.

Следующим этапом анализа является выработка типологии ландшафта на основе соотношения различных земель. Следует отметить, что предлагаемая

типология не является классификацией ПАЛ или ее модификацией, хотя и использует ту же основу. Она является именно типологией, используемой для «сжатия» данных.

Для разделения контуров подвидов ландшафтов по группам была использована матрица расстояний, рассчитанная на предыдущем этапе. По ней выполнена классификация деревом решений, порогом выбрана высота среднего для матрицы расстояния. Результаты автоматического разбиения были проанализированы и предложены следующие пороговые значения для типизации ландшафтов (табл. 2). Колонка «Степень преобразованности» содержит значения коэффициента антропогенной преобразованности ($K_{АП}$), формула (1); как видно из таблицы различные направления хозяйственного использования хорошо группируются по этому параметру. Поэтому предложено использовать его для оценки степени преобразованности. Таким образом, при типизации используется двухуровневая оценка состояния преобразованности: на первом уровне учитывается метрика $K_{АП}$, на втором – характеристика направления использования земель.

На рисунках 2–4 приведены результаты расчетов площадей различных земель, площадей ландшафтов различной степени преобразованности и пример карты за 2010–2014 гг.

Современная структура использования земель обусловлена природными и социально-экономическими предпосылками. Так, сельскохозяйственные земли практически равномерно распространены в пределах всех высотных ступеней ландшафтов, однако наибольшую долю они занимают в пределах холмисто-моренно-эрозионных равнин и возвышенностей. Большая площадь возделываемых земель приходится на верхнюю и среднюю высотные ступени. Наибольшая доля пастбищ наблюдается в пределах высотной ступени менее 150 м: речных долин, нерасчлененных комплексов, а также водно-ледниковых равнин. Доля переувлажненных земель падает от нерасчлененных комплексов с преобладанием болот к возвышенным группам с 20 до 5 % соответственно. Сформировались ядра экологической сети – охраняемые территории, связанные между собой лесными и болотными массивами, долинами рек.

Следует отметить, что за последние 20–25 лет произошла значительная трансформация структуры земель в сторону стабилизации землепользования. Значительно уменьшилась доля сильно трансформированных ландшафтов, структура земель приблизилась к оптимальной [10]. Снизилась площадь пашни, что связано не только с оптимизацией сельскохозяйственного землепользования, но и уменьшением количества населения. Прирост застроенных земель наблюдается в городах областного и республиканского подчинения, в то время как площадь малых городов на протяжении десятилетий практически не меняется. Площадь средостабилизирующих видов земель, формирующих природный каркас территории (естественные луговые земли, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью, болотами и водными объектами) в последние годы постоянно растет.

Табл. 2. Типизация ландшафтов по направлению хозяйственного использования на основе соотношения типов земных поверхностей

Типы землепользования	Земли						Степень преобразованности (по [5])
	Под застройкой	Пашня	Луга и пастбища	Леса	Болота	ОО ПТ	
Охраняемые						$\geq 30\%$	Непреобразованные (1-3,2)
Лесные		$<40\%$		$\geq 60\%$	$<15\%$		
Лесо-луговые		$<25\%$	$<30\%$ (и больше пашни)	$\geq 40\%$	$<15\%$		Слабо преобразованные (1,32-4,2)
Лесо-лугово-болотные		$<10\%$	$\geq 15\%$	$\geq 40\%$	$\geq 15\%$		
Лесополевые		≥ 20 (и больше лугов и пастбищ)	$<20\%$	$\geq 40\%$	$<15\%$		Средне-преобразованные (4,2-5)
Луговые		$<30\%$	$\geq 50\%$	$<25\%$ (и меньше пашни)	$<15\%$		
Лугово-болотные		$<25\%$	$\geq 25\%$	$<25\%$ (и меньше пашни)	$\geq 15\%$		
Лугово-лесные		$<35\%$	$\geq 40\%$	$<35\%$ (и меньше пашни)	$<15\%$		
Лугово-пахотные		$<40\%$	$\geq 40\%$	$<25\%$ (и меньше пашни)	$<15\%$		
Пахотные		$\geq 60\%$	$<40\%$	$<10\%$	$<5\%$		Сильно преобразованные (5-6,8)
Пахотно-луговые		$\geq 40\%$	$<35\%$ (и больше лесов)	$<25\%$	$<15\%$		
Пахотно-лесные		$\geq 40\%$	$<25\%$	$<35\%$ (и больше лугов и пастбищ)	$<15\%$		
Селитебные	$\geq 30\%$						Полностью преобразованные (6,8 и выше)

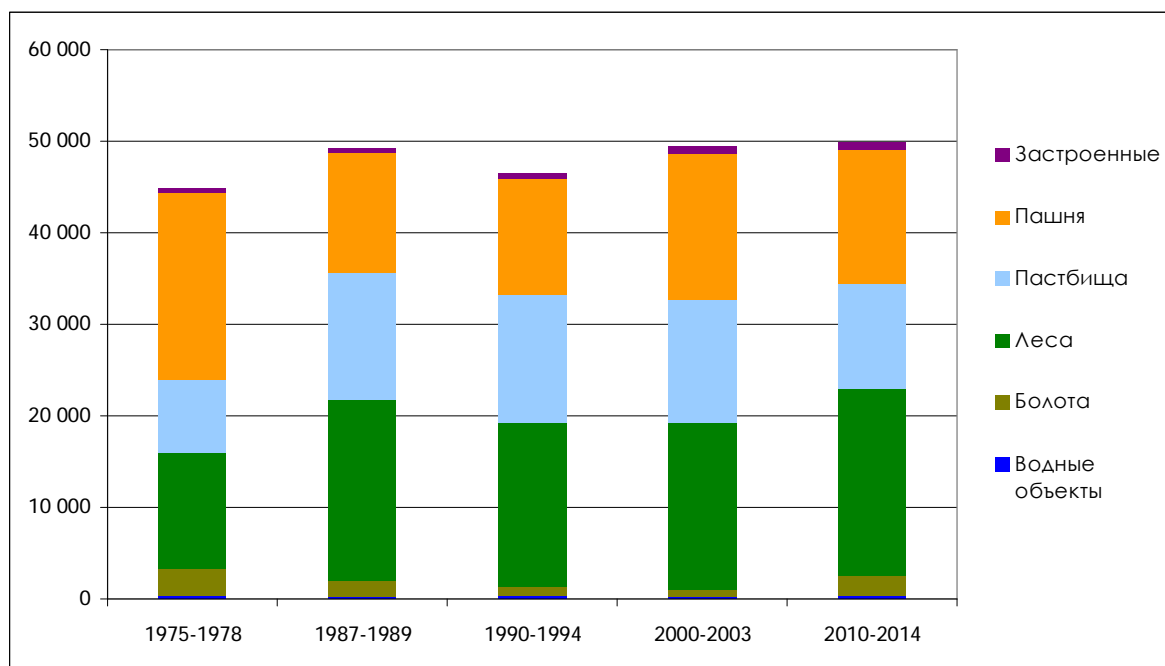


Рис. 2. Динамика земель Западно-Белорусской физико-географической провинции по результатам дешифрирования ДДЗ, тыс. га

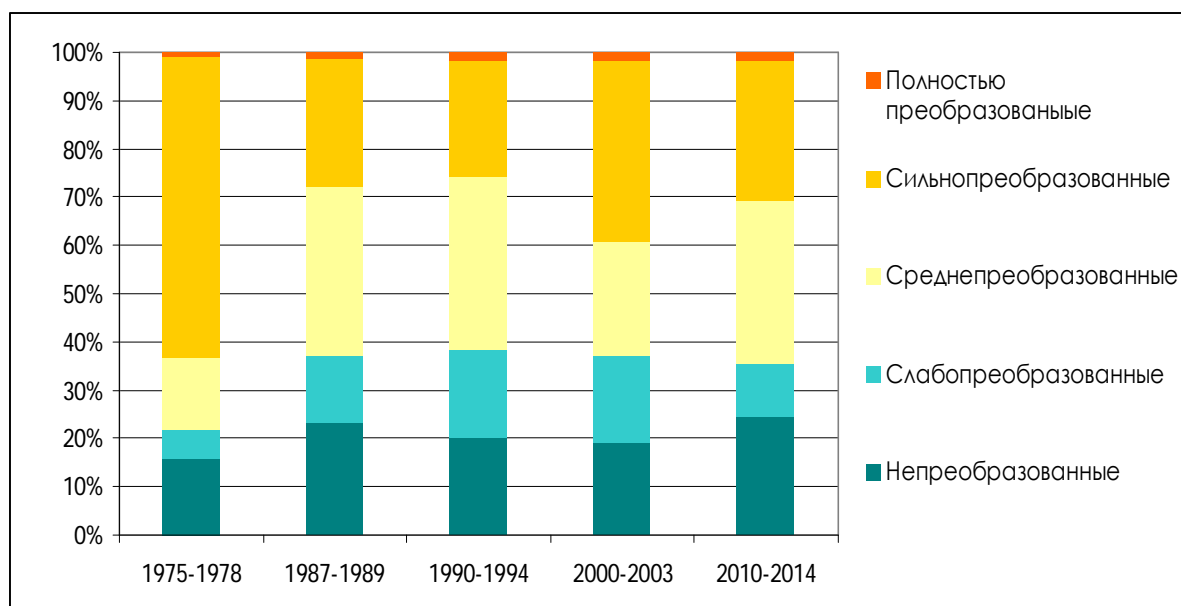


Рис. 3. Распределение ландшафтов по степени антропогенной преобразованности

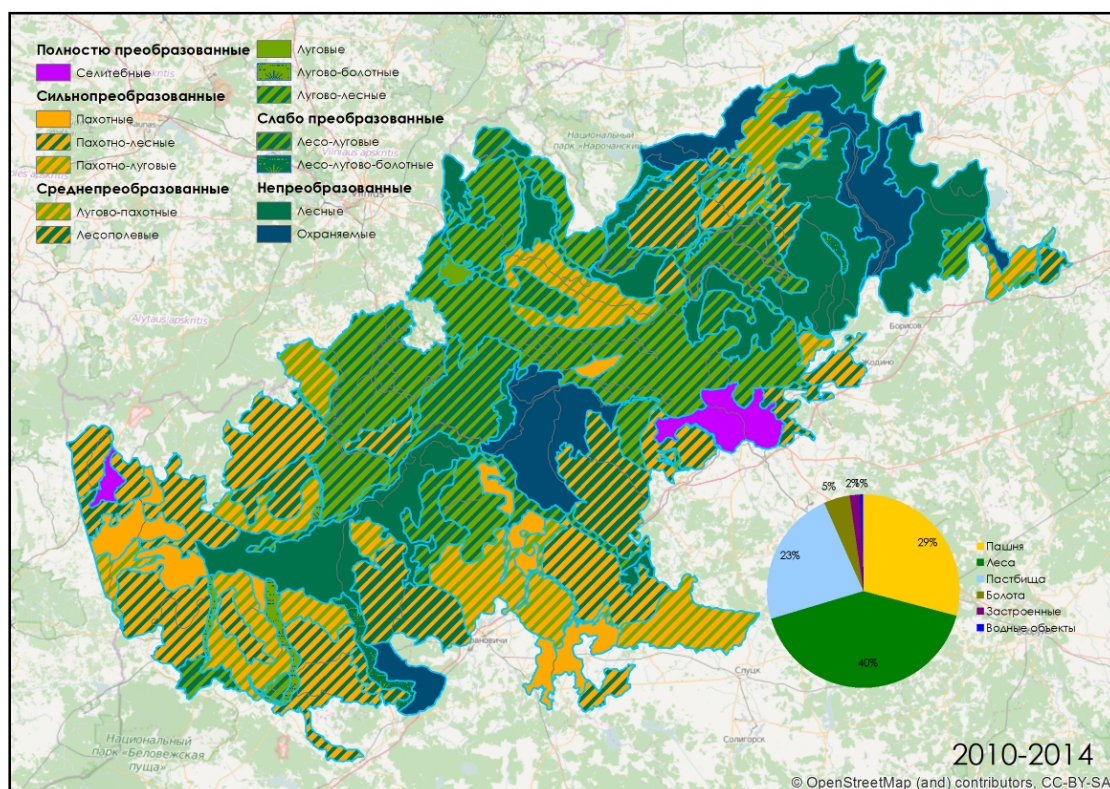


Рис. 4. Пример карты типов ландшафтов по степени антропогенной преобразованности

ЛИТЕРАТУРА

1. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география и вопросы практики / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1966. – 256 с.
2. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1978. – 86 с.
3. Мильков, Ф.Н. Человек и ландшафты / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.
4. Клицунова, Н.К. Природные и антропогенные ландшафты Беларуси: классификация, структура, территориальное распределение / Н.К. Клицунова, И.И. Счастливая // Природные и антропогенные ландшафты. – Иркутск-Минск, 2002.
5. Шищенко, П.Г. Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – Киев: Выща школа. Головное изд-во, 1988. – 192 с.
6. Пучкин, А.В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов / А.В. Пучкин // География и природные ресурсы. – 2007. – № 4. – С. 130–134.
7. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б.В. Виноградов – М.: Наука, 1984. – 319 с.
8. Мышляков, С.Г. Создание карты среды обитания охотничьих ресурсов по результатам дешифрирования разновременных мультиспектральных космических снимков / С.Г. Мышляков, В.В. Величенко, А.С. Скачкова // Геоматика. – Москва, 2015. – №1(26). – С. 68-78.
9. Ландшафтная карта БССР [Карта] / К.К. Клицунова, Л.В. Логинова, Г.И. Марцинкевич, Г.Т. Хараничева; под ред. Исаченко А.Г. – 1 : 600 000 – М.: ГУГК. – 1984.
10. Помелов, А.С. Устойчивое использование и охрана земельных ресурсов / А.С. Помелов, В.М. Яцухно // Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект. – Минск: ФУАинформ, 2014.